UNIVERSITE ABD EL MALEK ESSAADI
Ecole National des Sciences Appliquées
Tétouan

Année universitaire 2011/2012
1[annee] CP

TD DE PHYSIQUE 1 (Electrostatique)
Série 2

Exercice 1

On considère l'interaction entre deux balles de même charge q. Sachant que pour une distance de 4 m, l'intensité de cette interaction F est de 9 μN.

1- Déterminer la charge q.
2- Déterminer le nombre des électrons perdus
3- Estimer la fraction des électrons perdus pour chaque balle en fonction de M, m_p et m_n avec M = 0, 055 Kg : la masse de chaque balle, m_p la masse d'un proton et m_n celle d'un neutron ($m_p = m_n = 1,67\ 10^{-27}$ kg).

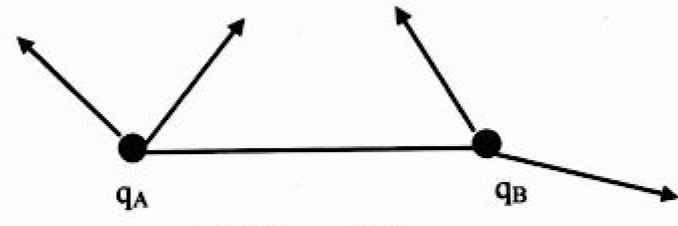
Exercice 2

On considère une charge ponctuelle q positive placées en un point O : elle crée en tout point M de l'espace un champ électrostatique $\vec{E}\,(M)$. Calculer le flux de $\vec{E}$ à travers une sphère de centre O et de rayon R

Exercice 3

Deux charges ponctuelles q_A et q_B sont disposées en deux points fixes A et B.

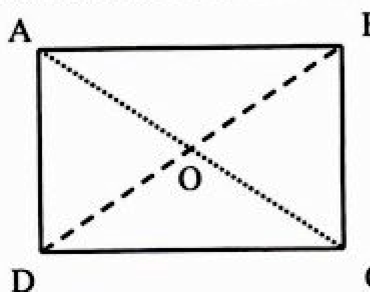
1- D'après les lignes de champ dessinées sur la figure, Déterminer les signes de q_A et q_B.
2- Le champ global produit pat (q_A , q_B) est nul en un point M, situé 4 cm de A sur le segment AB



Déterminer q_B sachant que $q_A = 0.4\ 10^{-6}$ C et AB = 6 cm

Exercice 4

Quatre sommets A, B, C et D d'un carré de 10 cm de côté sont placées quatre charges ponctuelles.



$q_A = q_B = 3\ 10^{-8}$ C
$q_c = q_D = -4\ 10^{-8}$ C

1- Déterminer les composantes et le module du champ créé au centre du carré.
2- Définir la force électrique F exercée sur une charge ponctuelle $q_o = -10^{-8}$ C placée en O.
3- Déterminer les composantes et le module du champ au point P situé au milieu de AB.



Exercice 5

1- Trouver la charge répartie dans le volume défini par : $0 < x < x_0$, $0 < y < y_0$ et $0 < z < z_0$ où $x_0 = y_0 = z_0 = 1$ m, avec la densité volumique de charge : $\rho = a\,x^2\,y$ où $a = 30\ \mu C.\ m^{-6.}$

2- Que se passe-t-il quand on change de limites pour y : $- y_0 < y < 0$?

3- Trouver la charge contenue dans le volume défini en coordonnés sphériques (r, θ, φ) par : $r_1 < r < r_2$ où $r_1 = 1$ m et $r_2 = 2$ m, répartie avec la densité volumique de charge :

$$\rho = b \cos^2(\varphi) / r^4, \quad \text{où } b = 5 \text{ C.m et}$$

4- Trouver la charge contenue dans un disque de rayon r = 4 m, répartie avec la densité surfacique de charge : $\sigma = \sigma_0 \sin(\theta)$ où $\sigma_0 = 12$ C. m^{-2}.

Exercice 6

Un fil de longueur 2a porte une distribution linéique de charge uniformément répartie par unité de longueur, λ (, $\lambda > 0$).

1- Déterminer le champ sur le plan médian du fil.
2- Etudier le cas limite pour lequel le fil est de longueur infinie.

Exercice 7

Un fin demi-anneau de rayon R = 20 cm est chargé uniformément d'une charge q = 0.7 nC.

- Déterminer le vecteur champ électrique crée au centre de courbure de ce demi-anneau.
- Calculer sn module.

Exercice 8

Un disque de rayon a, est chargé uniformément avec une densité de charge superficielle σ (c-a-d σ constante).

1- déterminer le vecteur champ électrostatique crée par le disque en un point M de côte x, placé sur son axe de révolution.
2- Montrer, que pour a tendant vers l'infini, le champ électrique a une grandeur indépendante de la distance x (c'est-à-dire que E est uniforme).

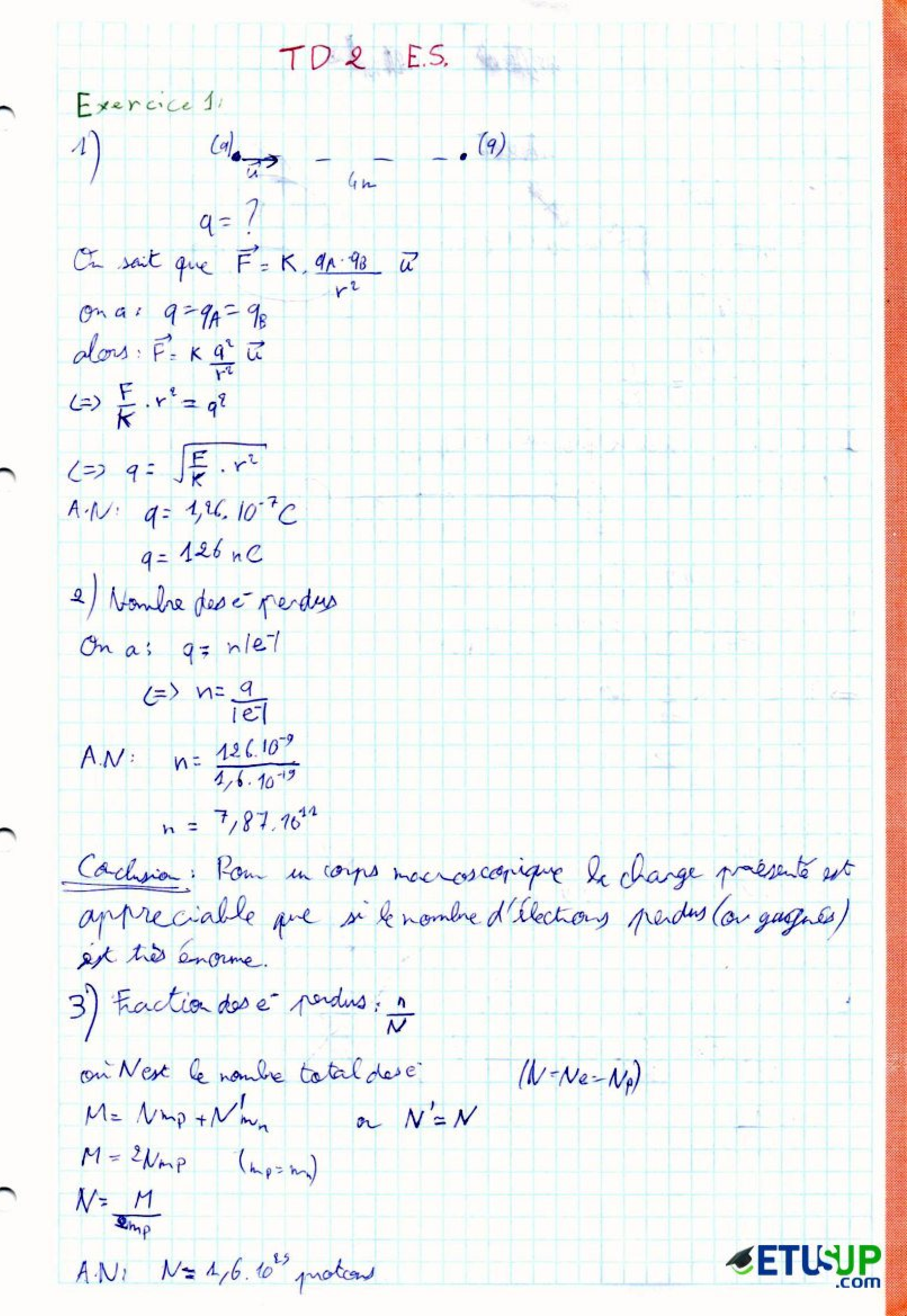
Exercice 9

Une sphère de rayon R est chargée avec la densité surfacique par $\sigma = \vec{a}\,\vec{r}$ où $\vec{a}$ est un vecteur constant ($\vec{a} = a\,\vec{k}$) et $\vec{r}$ est le rayon vecteur d'un point de la sphère par rapport à son centre. Calculer le vecteur champ électrique au centre de la sphère.

Exercice supl: (Devoir)

Calculer le vecteur champ créé par un cercle chargé uniformément avec une densité linéique λ en un point de son axe de révolution





TD 2 E.S.

Exercice 1:

1) (q) • $\vec{u}$ — — — — • (q)

4m

$q = ?$

On sait que $\vec{F} = K \cdot \frac{q_A \cdot q_B}{r^2} \vec{u}$

on a : $q = q_A = q_B$

alors : $\vec{F} = K \frac{q^2}{r^2} \vec{u}$

$\Leftrightarrow \frac{F}{K} \cdot r^2 = q^2$

$\Leftrightarrow q = \sqrt{\frac{F}{K} \cdot r^2}$

A.N : $q = 1{,}26 \cdot 10^{-7} C$

$q = 126\ nC$

2) Nombre des e^- perdus

On a : $q = n|e^-|$

$\Leftrightarrow n = \frac{q}{|e^-|}$

A.N : $n = \frac{126 \cdot 10^{-9}}{1{,}6 \cdot 10^{-19}}$

$n = 7{,}87 \cdot 10^{11}$

Conclusion : Pour un corps macroscopique la charge présenté est appreciable que si le nombre d'électrons perdus (ou gagnés) est très énorme.

3) Fraction des e^- perdus : $\frac{n}{N}$

où N est le nombre total des e^- ($N = N_e = N_p$)

$M = N m_p + N' m_n$ or $N' = N$

$M = 2N m_p$ ($m_p = m_n$)

$N = \frac{M}{2 m_p}$

A.N : $N = 1{,}6 \cdot 10^{25}$ protons

$\frac{n}{N} = 5.10^{-14}$

Exercice 2:

1) $\Phi = \iint \vec{E} \cdot \vec{dS}$

$\Phi = \iint \frac{q}{4\pi\varepsilon_0 R^2} \vec{e_r} \iint R^2 \sin\theta \, d\theta \, d\varphi \, \vec{e_r}$

$\Phi = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0} \int_0^{\pi}\int_0^{2\pi} \sin\theta \, d\theta \, d\varphi$

$\Phi = \frac{q}{4\pi\varepsilon_0} 4\pi = \frac{q}{\varepsilon_0}$

z, dS, y, x

Exercice 3:

1) Le champ global produit par (q_A, q_B) est nul. q_A et $q_B > 0$

AB = 6 cm

A, $\vec{i}$, $\vec{E}_B(M)$, M, $\vec{E}_A(M)$, B

$\vec{E}(M) = \vec{0} \Rightarrow \vec{E}(M) = \vec{E}_A(M) + \vec{E}_B(M) = \vec{0}$

$\vec{E}_A(M) = \frac{q_A}{4\pi\varepsilon_0 AM^2} \vec{i}$; $\vec{E}_B(M) = -\frac{q_B}{4\pi\varepsilon_0 MB^2} \vec{i}$

$\Rightarrow K \frac{q_A}{AM^2} \vec{i} - K \frac{q_B}{MB^2} \vec{i} = \vec{0}$

$\Rightarrow \frac{q_A}{AM^2} \vec{i} = \frac{q_B}{MB^2} \vec{i}$

$\Rightarrow q_B = \frac{q_A}{AM^2} MB^2$

$q_B = 1,$[illegible]$.10^{-7}$ C = 0,1[illegible] μC

Exercice 4:

$\vec{E}(O) = \vec{E} = \vec{E}_A(O) + \vec{E}_B(O) + \vec{E}_C(O) + \vec{E}_D(O)$

$\vec{E} = K \frac{q_A}{(AO)^3} \vec{AO} + K \frac{q_B}{(BO)^3} \vec{BO} + K \frac{q_C}{(CO)^3} \vec{CO}$

$+ K \frac{q_D}{(DO)^3}$

Y, A, P, B, $\vec{j}$, X, O, $\vec{i}$, $\vec{E}_{tot}$, D, C



$\vec{AO} = -\vec{OA} = -\left(-\frac{a}{2}\vec{i} + \frac{a}{2}\right)\vec{j}$

$= \begin{pmatrix} a/2 \\ -a/2 \end{pmatrix}$

$\vec{BO} = \begin{pmatrix} -a/2 \\ -a/2 \end{pmatrix}$

$\vec{DO} = \begin{pmatrix} a/2 \\ a/2 \end{pmatrix}$

$\vec{CO} = \begin{pmatrix} -a/2 \\ a/2 \end{pmatrix}$

$CO = AO = BO = DO = \sqrt{\left(\frac{a}{2}\right)^2 + \left(\frac{a}{2}\right)^2}$

$= \frac{a}{2}\sqrt{2}$

$\vec{E}_{Tot}(O) = K \frac{2\sqrt{2}}{a^2}\left(q_c - q_A\right)\vec{j}$

$\vec{E}_{Tot}$ est dirigé selon les Y décroissant.

A.N: $E_{Tot} = 1,78.10^5$ V/m

2) $\vec{F} = q_0 \vec{E}$

$q_0 < 0 \Rightarrow \vec{F}$ dirigé suivant les Y croissant

F et E sont de sens opposés

A.N: $F = 1,7.10^{-3}$ N

3)

$\vec{E} = \frac{q_C}{4\pi\varepsilon_0 (CP)^3} 2a \, \vec{e_y}$

A.N: $E = 5,15.10^4$ V/m

TD2 (ES)

Exercice 5 :

1) On a : $dq = \rho \, d\tau$, avec : $\rho = a x^2 y$

$d\tau = dx\,dy\,dz$

Donc : $q = \iiint dq = \iiint a x^2 y \, dx\,dy\,dz$

$= a \int_0^1 x^2 dx \cdot \int_0^1 y\,dy \int_0^1 dz$

$= a \left[\frac{1}{3}x^3\right]_0^1 \cdot \left[\frac{1}{2}y^2\right]_0^1 \cdot [z]_0^1$

$= a \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2} \cdot 1 = \frac{30}{6} = 5\,\mu C$

2) Pour y : $-y_0 < y < 0$

$dq = \rho \, d\tau$

$q = a \iiint \rho \, dx\,dy\,dz$

$q = a \int_0^{x_0} x^2 dx \int_{-y_0}^{0} y\,dy \int_0^{z_0} dz$

$q = a \cdot \frac{1}{3} \left[\frac{y^2}{2}\right]_{-1}^{0} \cdot 1 = -5\,\mu C$

3) $dq = \rho \cdot d\tau$ $\qquad d\tau = r^2 dr \sin\theta \, d\theta d\phi$

$q = \iiint \rho \cdot r^2 dr \sin\theta \, d\theta d\phi$

$= b \int \frac{1}{r^2} dr \int \sin\theta \, d\theta \underbrace{\int \cos^2\phi \, d\phi}_{I}$

$I = \int \frac{1 + \cos(2\phi)}{2} d\phi$

$= \left[\frac{1}{2}\phi + \frac{\sin(2\phi)}{4}\right]_0^{2\pi} = \pi$

$q = b\left[-\frac{1}{r}\right]_1^2 \cdot \left[-\frac{\cos\theta}{2}\right]_0^{\pi} \cdot \pi$



$q = \pi b = 5\pi C$

4) $\sigma = \sigma_0 \sin \theta$

$dq = \sigma\, dS \Rightarrow q = \iint \sigma\, dS$

on a $dS = r\,dr\,d\theta$

alors $q = \iint \sigma_0 \sin\theta\, r\,dr\,d\theta$

$\Rightarrow q = \sigma_0 \int_0^4 r\,dr \int_0^{\pi} \sin\theta\, d\theta$

$q = \sigma_0 \left[\frac{r^2}{2}\right]_0^4 \cdot \underbrace{\left[-\cos\theta\right]_0^{2\pi}}_{0}$

$q = 0$

Exercice 6 :

* A chaque élément de longueur dl portant une charge élémentaire dq correspond à un autre élément de longueur dl' de charge dq' qui lui est symétrie par rapport à l'axe médiant (Ox) $\Rightarrow$ les charges dq et dq' crée des champs dont les composantes verticales s'annulent (se compensent) et des composantes tangentielles s'ajoutent la resultante est alors dérigé suivant (OM) $\left((Ox)\right)$

$\Rightarrow \vec{E} = E_x \vec{e_x}$

$dE_x = \mathrm{Proj}_{/Ox}(d\vec{E}) = dE \cdot \cos\theta$

$\Rightarrow E_x = \int_{fil} dE_x$

$dE = \frac{dq}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$

$dq = \lambda\, dl = \lambda\, dy$

$dE_x = dE \cos\theta = \frac{dq}{4\pi\varepsilon_0 r^2} \cos\theta$

$= \frac{\lambda\, dy}{4\pi\varepsilon_0 r^2} \cos\theta$

On a $y = x \tan\theta$

Alors on a $dy = \frac{x}{\cos^2\theta} d\theta$

$dE = \frac{\lambda \left(\frac{x}{\cos^2\theta}\right) d\theta}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$

On a $r = \frac{x}{\cos\theta}$

$dE_x = \frac{\lambda \left(\frac{x}{\cos^2\theta}\right) d\theta}{4\pi\varepsilon_0 \left(\frac{x}{\cos\theta}\right)^2} \cos\theta$

$= \frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0 x} \cos\theta\, d\theta$

$E_x = \frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0 x} \int_{-\theta_0}^{\theta_0} \cos\theta\, d\theta$

$= \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 x} \sin\theta_0$

$E_x = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 x} \underbrace{\frac{a}{\sqrt{x^2+a^2}}}_{\sin\theta_0}$

$\vec{E} = E_x \cdot \vec{e_x}$

$= E_x(x)\vec{e_x}$

2) Pour un fil infini $\Rightarrow \theta_0 \to \frac{\pi}{2}$

$\vec{E} = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 x} \vec{e_x}$



Exercice 7:

Le fait de symétrie du demi-anneau par rapport à (Ox), le vecteur $\vec{E}$ résultat se rapporte par l'axe (Ox)

$\vec{E} = E_x . \vec{e_x}$

$E_x = \int dE_x = \int dE . \cos\theta$

on a $dE = \frac{dq}{4\pi\varepsilon_0 R^2}$ et $dq = \lambda . dl = \lambda R d\theta$

donc $dE_x = \frac{\lambda r d\theta}{4\pi\varepsilon_0 R^2} = \frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0 R} \cos\theta d\theta$

donc $E_x = \int dE = \frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0 R} \int_{-\pi/2}^{\pi/2} \cos\theta d\theta$

$= \frac{\lambda}{4\pi\varepsilon_0 R} [\sin\theta]_{-\pi/2}^{\pi/2}$

$E_x = \frac{\lambda}{2\pi\varepsilon_0 R}$

$\Rightarrow \vec{E} = E_x \vec{e_x}$

2) module.

$E_x = \frac{2q}{4\pi\varepsilon_0 R} = \frac{2 . q}{(4\pi\varepsilon_0)\pi R^2} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} . \frac{2q}{\pi R^2}$

$= 0,2 kV/m$


ETUSUP.com